FUNKSCHAU No 26

MÜNCHEN, 23.6.35.
Monatlich RM.– 60

Das Fernseh-Auge

Ikonoskop

Das Fernseh-Auge wird, wenn nicht alles trügt, der Fernseher der Zukunft werden. Lochscheibe und Zwischenfilm fallen, übrig bleibt ein Glaskolben mit unerhört sinnreicher Inneneinrichtung, deren beide Grundelemente uns längst vertraut sind: Photozelle und Braunsche Röhre. Das Fernseh-Auge, unser Zukunftssender, ist also eng verwandt dem bereits heute ausschließlich herrschenden Fernseh-Empfänger, dem Braunschen Rohr, und das wird uns die Erklärung des Fernsehauges, die nachher folgt, sehr erleichtern.

Übrigens ist das Fernsehauge schon mehrere Jahre alt. Die ersten Patente reichen bis 1925 zurück, 1930 konnte der Erfinder, der Amerikaner Zworykin, bereits das erste „Ikonoskop" vorführen. Die FUNKSCHAU hat darüber im 4. Januarheft 1930 berichtet, im darauffolgenden Heft brachte sie eine kurze Erklärung des neuen Fernsehverfahrens „Eine neue Fernsehmethode in USA".

Inzwischen wurde die Erfindung natürlich gewaltig weiterentwickelt und es kann als Beweis für die Genialität der Grundidee angesehen werden, daß sie sich als so entwicklungsfähig erwies.

Sehen wir uns jetzt einmal das Fernseh-Auge, von dem die Fachleute schon heute begeistert sprechen, etwas näher an. Dazu wird es gut sein, die beiden Grundelemente, Photozelle und Braunsches Rohr, unter die Lupe zu nehmen.

Die Photozelle — im Grund eine abgewandelte Röhre.

Wenn wir eine Photozelle betrachten, sehen wir zunächst einen Glaskolben. In ihm befindet sich eine besondere Schicht, zu der einer der beiden Anschlußdrähte der Zelle führt. Der andere Anschlußdraht steht mit einem ebenfalls im Glaskolben angeordneten Metallteil in Verbindung. Der Metallteil stellt einen Fangpol dar, die besondere Schicht ist gleichbedeutend mit einem Sprühpol. Photozelle und Zweipolröhre ähneln sich demgemäß sehr stark.

In jeder Röhre wird, wie wir wissen, das Ausprühen von Elektronen dadurch bewirkt, daß man den Sprühpol elektrisch heizt. An Stelle der elektrischen Heizung könnten wir z. B. auch ein Brennglas benutzen, das wir so in die Sonne halten, daß das

gesammelte Sonnenlicht den Sprühpol trifft und ihn erhitzt. Dieser sprüht seine Elektronen dann genau so aus, als ob er elektrisch geheizt wäre.

Die besondere Schicht der Photozelle sprüht die Elektronen um vieles leichter aus als der Sprühpol einer Röhre. Wir brauchen also kein Brennglas zur Heizung, es genügt, die Schicht dem Licht auszusetzen, um sie zum Ausprühen von Elektronen zu veranlassen.

Eine Photozelle können wir uns etwa vorstellen wie ein wasserfeuchtes Stück Löschblatt. Das Wasser soll dabei die Elektronenladung der Photozelle versinnbildlichen. Fällt ein Sonnenstrahl auf das Löschblatt, so verdampft Wasser, ebenso „verdampfen" Elektronen aus der Photozelle, wenn Sonnenlicht oder ein anderes Licht darauf fällt.

Das Braunsche Rohr — eine Elektronenspritze.

Auch das Braunsche Rohr besteht zunächst aus einem Glaskolben, in welchem sich ein geheizter Sprühpol und ein Fangpol befinden. Die Anordnung ist aber so getroffen und vor allem die Spannung zwischen den beiden Polen ist so hoch getrieben, daß die Elektronen in einem feinen, aber kräftigen Strahl geradeaus von dem Sprühpol weggespritzt werden. Es sind wirklich die Urteilchen der Elektrizität selbst, die den Glaskolben durchsprühen. (An der Stelle übrigens, an der sie auf den präparierten Glaskolben treffen, lassen sie ihn fluoreszierend aufleuchten, eine physikalische Tatsache, von der beim Fernsehempfänger Gebrauch gemacht wird.)

Diese Urteilchen der Elektrizität sind bekanntlich negativ geladen und diese Ladung schafft die Möglichkeit, den Elektronenstrahl zu lenken. Man braucht ihn z. B. nur zwischen zwei Platten hindurchzuführen, an deren eine eine positive, an die andere eine negative Spannung gelegt wird. Dann beugt sich der Elektronenstrahl gemäß dem Gesetz von der Anziehung ungleicher Polaritäten zur positiv geladenen Platte hin und das um so mehr, je höher deren Spannung. Wir können also durch Änderung der Plattenspannung den Elektronenstrahl im Innern der Braunschen Röhre lenken. Diese Tatsache wollen wir uns recht gut einprägen!

Beide uns nunmehr vertrauten Elemente, Photozelle und Braunsches Rohr, vereinigt das Ikonoskop. Wir wollen seine Wirkungsweise jetzt kennenlernen und tun das, indem wir zunächst eine Maschine betrachten, welche die elektrischen Vorgänge im Innern des Ikonoskopes in vereinfachter Form mechanisch nachbildet.

Ein Vergleich.

Wir sehen hier im Bild ein Dutzend Löschpapierstücke, kreisförmig angeordnet. (Jedes Stück vertritt gemäß unserem obigen Vergleich eine Photozelle.) Die Scheibe, welche die Löschpapierstücke trägt, ist genau ausgewogen, d. h. eine Gewichtszu- oder Abnahme wird mittels eines Zeigers auf einer Skala angezeigt, ähnlich wie bei einer Briefwaage.

Die Löschpapiere werden nacheinander von einem Wasserstrahl abgesprüht, der aus einer rotierenden Brause stammt. (Dieser Wasserstrahl vertritt den Elektronenstrahl im Ikonoskop.) Das Wasser möge so aufgesprüht werden, daß es jedesmal ein Stück Löschpapier in dessen voller Breite trifft.

Solange unsere Löschpapierstücke beschattet sind, verdunstet kein Wasser. Das Löschpapier ist also nicht imstande, von neuem Wasser aufzunehmen, wenn der Strahl erneut darüberstreicht, da es bereits vollgesaugt ist. Beim Ansprühen durch den rotierenden Wasserstrahl läuft also das neu hinzukommende Wasser einfach wieder ab.

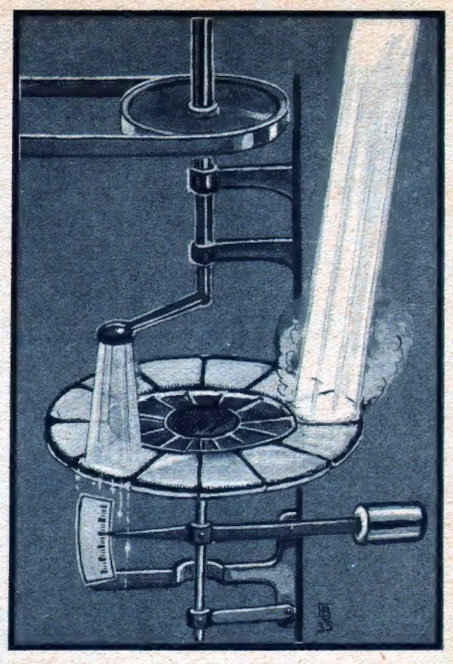
Nun richten wir es so ein, daß eines der Löschpapierstücke von starkem Sonnenlicht getroffen wird. Dieses Löschpapierstück trocknet je nach der Zeit, während der Licht darauf fällt, und je nach der Stärke dieses Lichtes mehr oder weniger aus und kann demnach jetzt, wenn es wiederum vom Wasserstrahl getroffen wird, von neuem Wasser aufnehmen.

Wie drückt sich dieser Vorgang in der Bewegung des Zeigers auf der Skala aus? — Solange kein Löschpapierstück belichtet war, wird die Waage beim Besprühen der Löschpapierstücke immer den gleichen Druck anzeigen. Sobald aber ein Löschpapierstück von der Sonne angestrahlt und dadurch allmählich ausgetrocknet wird, geht die Waage ganz sachte hinauf, um dann, wenn dieses Löschpapierstück vom ausgesprühten Wasser getroffen wird, schnell wieder herunterzugehen. Der Zeiger der Waage deutet also genau an, wie stark der Einfluß des Sonnenlichtes auf das einzelne Löschpapierstück war.

Wir können den Vergleich noch weiter führen, noch mehr den tatsächlichen Verhältnissen beim Ikonoskop anpassen. Dazu brauchen wir uns nur einen Photoapparat vorzustellen, der an Stelle der Platte, die in ihm belichtet wird, eine große Zahl winziger Löschpapierstückchen enthält. Alle diese Löschpapierstückchen befinden sich auf einem gemeinsamen Gestell und werden — zeilenweise nacheinander — mit einem feinen Wasserstrahl angesprüht. Das ganze Gestell ist so angebracht, daß es auf Grund leisester Gewichtsschwankungen kleine Bewegungen ausführen kann, ähnlich wie vorher unsere Waage mit Zeiger.

Die Linse des Photoapparates entwirft nun auf den Löschpapierstückchen ein Bild. Einige davon bleiben hierbei völlig dunkel,

Zeichnungen F. Bergtold



Eine etwas merkwürdige Maschine. Aber sie vermag uns die Wirkungsweise des Fernsehauges besser zu erklären, als ein ellenlanger Artikel.

nämlich die, auf die dunkle Bildteile fallen, andere werden etwas belichtet und wieder andere bekommen ein sehr helles Licht. Den verschiedenen Lichtstärken gemäß werden die einzelnen Löschpapierstückchen verschieden stark trocken. Demgemäß nehmen die einzelnen Löschpapierstückchen, wenn sie vom Wasserstrahl getroffen werden, auch verschieden viel Wasser auf. Und demgemäß ergibt sich auch für jedes einzelne Löschpapierstückchen immer wieder ein anderer Gewichts-Druck auf das gemeinsame Gestell. Dieser Druck ist ein Maß für die Helligkeit, die während der Pause zwischen zweimal Ansprühen auf das Löschpapierstückchen gewirkt hat.

Wenn nun durch diese Gewichtsschwankungen eine Sendewelle in ihrer Stärke beeinflußt wird, so haben wir damit ein Mittel, die Helligkeitsmaße je Bildstückchen drahtlos zu übertragen. Wird am Empfangsort je nach der Stärke des gerade empfangenen Impulses mehr oder weniger Licht auf eine weiße Fläche geworfen und wird der Lichtstrahl genau im gleichen Tempo wie der Wasserstrahl im Sender und jeweils genau über die gleiche Bildstelle geführt, über die im Sender soeben der Wasserstrahl gleitet (also „synchron" geführt) — dann können wir mit unserer Einrichtung vollständige Bilder übertragen.

Zum Schluß jetzt wieder der Schritt zurück von unserem Vergleich zum Ikonoskop: Die Löschpapierstücke stellen Photozellen dar, der Wasserstrahl einen Elektronenstrahl, der innerhalb des Glaskolbens des Ikonoskops geführt wird durch elektrische Steuerung, wie wir das oben gesehen haben.

Ein Vergleich zwischen Ikonoskop und heutigem Sendeverfahren.

Beim bis jetzt benützten Sendeverfahren wird bekanntlich ein Lichtstrahl über das zu übertragende Bild geführt, z. B. mit Hilfe einer Lochscheibe[1]). Es fällt also auf jeden Bildpunkt nur ganz kurze Zeit Licht, so lange eben, als der Strahl Zeit braucht, um über den Bildpunkt zu gleiten. Da wir aber das Bild, um alle Einzelheiten übertragen zu können, in 40 000 Punkte auflösen müssen und weiter, um flimmerfreie Bewegung des Bildes wie im Kino zu erreichen, 25 Einzelbilder in jeder Sekunde übertragen müssen, so treffen auf die Sekunde 1 Million abgetastete Punkte, d. h. jeder Bildpunkt erhält nur während einer Millionstel Sekunde Licht.

Beim Ikonoskop ist das anders. Hier ruht das Licht dauernd auf jedem Punkt und nur 25mal in der Sekunde kommt der Elektronenstrahl und „rechnet" gewissermaßen ab, was in der Zwischenzeit seit der vorhergehenden Abtastung der gleichen Photozelle an Elektronen „verdampfte". Er tut das, indem er die Zelle mit Elektronen bis zum Höchstmaß wieder auffüllt; die Zufuhr dieser Elektronenmenge bedeutet einen Stromstoß, der nach allem Gesagten um so größer ausfallen muß, je stärker die Belichtung der Photozelle war.

Hierin liegt der große Vorteil des Ikonoskops: Die Lichtausbeute. Sie ist 40 000 mal größer, als bei den bisherigen Fernsehverfahren. Die Empfindlichkeit des Ikonoskops erreicht damit bereits die guter photographischer Platten.

Der Innenaufbau des Ikonoskops.

Beim Ikonoskop verwenden wir also eine ungeheuer große Zahl von einzelnen, überaus winzigen Photozellen, die gemeinsam auf einer außerordentlich dünnen Glimmerplatte untergebracht sind.

[1]) Vergl. die Erklärungen hiezu in Nr. 22, Seite 170/171.

Auf diese Photozellen wird — genau wie auf den Film oder die Platte eines Photoapparates — mittels einer der üblichen Linsenanordnungen ein Bild entworfen. Dieses Bild tastet man durch einen Elektronenstrahl ab. Dabei werden zunächst einmal sämtliche Photozellen gleichmäßig mit Elektronen „gefüllt". Die belichteten Zellen beginnen sofort damit, ihre Elektronen wieder auszusprühen, während die Zellen, die den dunkelsten Bildteilen entsprechen, ihre Elektronenfüllung behalten. Der Strahl gleitet nun weiterhin — 25 mal in jeder Sekunde — über jede einzelne Zelle hinweg. Dabei spritzen seine Elektronen dort, wo er auf noch gefüllte Zellen trifft, wieder zurück und werden vom Fangpol des Fernsehauges (dem im Bild unten an der Kugel und an deren Hals sichtbaren Metallbelag) abgesaugt. Dort aber, wo inzwischen irgend eine Entladung stattgefunden hat, werden die Zellen wieder aufgefüllt. So entsteht jedesmal, wenn der Elektronenstrahl eine belichtete Bildstelle trifft, eine plötzliche Erhöhung der gesamten auf der Bildfläche vorhandenen Elektronenzahl.

Hinter der Glimmerplatte befindet sich ein Metallbelag, der mit dem Gitter einer Röhre in Verbindung steht. Jeder Ruck, der durch die Neuaufladung eines belichteten Bildpunktes entsteht, wirkt durch die Glimmerplatte hindurch auf die an deren Hinterseite angebrachte Metallbelegung und damit auf das hiermit verbundene Gitter ein. In der Röhre wird die kleine Spannungsschwankung verstärkt. Von dort aus gelangt die verstärkte Spannung zu der eigentlichen Sendeeinrichtung, die genau so aufgebaut ist, wie die heute in Gebrauch befindlichen Einrichtungen.

Man möchte nun meinen, das Fernsehauge sei nie zu verwirklichen, weil die unheimlich vielen kleinen Photozellen nicht hergestellt werden könnten. Diese Meinung ist aber irrig. Wir brauchen nur einen Hauch von Silberdampf auf der Glimmerplatte niederzuschlagen. Genau wie der Wasserdampf sich in Tröpfchen niederschlägt, so schlägt sich auch das Silber in einzelnen feinen Tröpfchen (mehrere Millionen sind's) nieder. Die niedergeschlagenen Tröpfchen werden nachträglich mit Cäsium lichtempfindlich gemacht, wodurch sie in Photozellen verwandelt sind. F. Bergtold.

Wenn Fernsehsender den Rundfunkempfang stören

Angesichts der Tatsache, daß das Fernsehen ausschließlich durch Ultrakurzwellensender verbreitet werden wird, die zusätzlich eingesetzt werden müssen, hat die Überlegung einige Bedeutung, ob und inwiefern Störungen durch diese neuen Sender sich ergeben können. Grundsätzlich erscheint dies nur bei solchen Rundfunkempfängern möglich, die in unmittelbarer Nachbarschaft bis zu etwa 2 km Entfernung vom Ultrakurzwellensender aufgestellt sind. So konnte beispielsweise bei einem selbstgebauten empfindlichen 2-Röhren-Reflexempfänger in 1½ km Entfernung vom Berliner Sender Witzleben bei Benutzung einer Innenantenne die Feststellung getroffen werden, daß sowohl die Ton- wie die Bildwelle auf dem gesamten Bereich der Abstimmung zu hören waren. Abhilfe ließ sich jedoch verhältnismäßig einfach schaffen durch einen kleinen Blockkondensator von etwa 100 cm, der parallel zum Empfänger zwischen Antenne und Erde geschaltet wurde. In ernsteren Fällen wird man aber wohl durch einen auf die Ultrakurzwelle abgestimmten Sperrkreis für Abhilfe sorgen müssen. Ferner ist eine sorgfältige Abschirmung des gesamten Empfängers einschließlich Niederfrequenz- und Netzteil, die an verschiedenen Stellen zu erden ist, vorzunehmen.

Außer dieser Störung durch eindringende ultrakurze Wellen wurde kürzlich vom Verfasser eine noch nicht bekanntgewordene Störungsmöglichkeit festgestellt, mit der sich nun auch das Fernsehlaboratorium des Reichspostzentralamtes beschäftigt. Und zwar handelt es sich hierbei um eine bei 270 m trennscharf empfangene Welle, die deutlich mit dem 25 periodischen Bildwechselgeräusch moduliert war, während die Zeilenfrequenz unhörbar blieb. Diese Störfrequenz war allerdings trotz der oben angegebenen günstigen Empfangsbedingungen und trotz schärfster Abstimmung nur leise im Lautsprecher hörbar und konnte mit einem gewöhnlichen Sperrkreis wie jeder andere Sender ausgesperrt werden.

Allem Anschein nach handelt es sich um ein unprogrammäßiges Durchschlagen der hochfrequenten Trägerwelle, mittels der die Bildpunktströme von dem Aufnahmegerät über Kabel zum eigentlichen Sender geführt werden; denn diese Trägerwelle hat gerade 270 m Länge. Durch Verstärkung der Siebmittel innerhalb des Hochfrequenzteils des Ultrakurzwellensenders wird es ein leichtes sein, der im übrigen den Rundfunkfernempfang nicht sonderlich störenden Frequenz den Weg nach außen zu versperren.

H. Boucke.

Aus den kommenden Heften:

Welchen Empfänger für 110 Volt Gleichstrom?
Der wunderbare Quarz
Holz- oder Preßgehäuse?
Wenn die Skala nicht stimmt.

Es hat schon Wert, gelegentlich einen Blick rückwärts zu werfen. Man erkennt dann, daß das gegenwärtig Übliche sozusagen nur einen Spezialfall von hundert anderen, früher erprobten und — vorläufig — ad acta gelegten Fällen darstellt. — So ist es mit der Abstimmung. Hätten Sie je gedacht, daß so unendlich viele Möglichkeiten vorhanden sind, einen Schwingkreis abzustimmen, wie Ihnen auf Seite 205 gezeigt wird? Kaum — und dabei sind das noch keineswegs alle Möglichkeiten. Die hier gebrachten haben nur über einen rein theoretischen Wert hinaus auch praktische Bedeutung gewonnen, oder sie werden sie vielleicht noch bekommen. Führen Sie sich diesen Artikel zu Gemüte, er ist leicht zu verstehen und Sie werden eine Ahnung bekommen davon, wie viel Seitenwege erkundet werden müssen, wenn der „kürzeste", sicherste Weg zum vorgesetzten Ziel gefunden werden soll.

Unser Lehrgang „Das ist Radio" wurde bereits zum festen Rückgrad der FUNKSCHAU. Unzählige Leser schreiben uns, daß sie ihn nicht mehr missen wollen. Und sie sollen auch nicht darauf Verzicht leisten müssen: Wir werden nach Abschluß der grundlegenden Erörterungen, der mit wenigen weiteren Fortsetzungen über Endstufe und Lautsprecher erfolgen wird, mit spezielleren Themen fortfahren. Sie werden bei aller Aktualität so gründlich durchgearbeitet sein, wie alles in der FUNKSCHAU, und werden sicher gegründet stehen auf dem breiten Fundament, das unser Lehrgang in diesem Jahre legte. Das sei vor allem gesagt für die, welche geneigt sind, wenn die Sonne strahlt, die FUNKSCHAU nur so gelegentlich durchzublättern, statt sie richtiggehend zu lesen. Auch im Sommer gibt es für die FUNKSCHAU keine „tote Zeit". Sie ist sogar der Meinung, daß man auch im Sommer genußreichen Fernempfang treiben kann, nicht nur mit einem Reisegerät, das ja doch die wenigsten besitzen. Dieser Meinung und ihren Ratschlägen zum Thema „Sommerlicher Fernempfang" gibt sie Ausdruck im unmittelbar nachfolgenden Artikel.

Zum genußreichen Fernempfang im Sommer

Mancher, der hier „Fernempfang im Sommer" liest, mag sich denken, man könnte mit gleichem Recht schreiben über Freibaden im Winter, wozu bekanntlich neben eisernem Training ein gewisser — nennen wir das Kind ruhig bei seinem Namen — Spleen gehört. So schlimm ist es aber mit unserem sommerlichen Fernempfang gar nicht. Nur drei Dinge gehören dazu:

1. Geduld,
2. Eine gute Empfangsanlage,
3. Kenntnisse.

Geduld steht an erster Stelle. Denn ein Gewitter hört sich in der besten Empfangsanlage eben wie ein Gewitter an und auch die besten Kenntnisse versagen, wenn der launische Wettergott uns die schönsten Wellen einfach wegfängt. Geduld — auch so verstanden, daß wir einmal ganz auf den Empfang verzichten, wenn's schon nicht anders geht, und uns auf den nächsten Tag vertrösten; Geduld im Warten auf die späteren Nachtstunden, Geduld in der Vernunft der Stationsauswahl.

Zum zweiten nannten wir: Eine gute Empfangsanlage. Eine Selbstverständlichkeit, gewiß. Aber doch muß es hier wieder einmal gesagt werden, daß die wirklich gute Empfangsanlage sich gerade im Sommer bewährt. Mag's im Winter die „windigste" Antenne tun, im Sommer brauchen wir zu genußreichem Empfang die große, die hohe und nicht zu kurze Hochantenne. Denn die Wellen kommen im Sommer doch recht geschwächt an unsere Antenne, der Weg durch die sonnenbestrahlte Atmosphäre hat ihnen böse zugesetzt; darum auch brauchen wir zu genußreichem Empfang einen leistungsfähigen Apparat. Selbsttätiger Schwundausgleich zeigt erst im Sommer seine großen Vorzüge, der Krachtöter wird erst hier über eine nette Beigabe hinaus zur großen Annehmlichkeit.

Und jetzt: Kenntnisse. Damit steht es so, wie leider oft im Leben: Jeder muß seine Erfahrungen selbst machen. Aber selbst auf die Gefahr hin, der ewigen Wiederholung geziehen zu werden, seien ein paar alterprobte Tips gegeben: Nicht immer von einem Sender zum andern drehen. Sind es im Winter 50 Stationen, die gut empfangen werden können, werden es im Sommer vielleicht nur fünf sein. Die schwachen fallen ohnedies schon alle aus. Zu Beginn des „Hörabends" dreht man einmal die Skala durch, denn es gibt

erfahrungsgemäß oft Bereiche, die auffallend gut hereinkommen, darüber hinaus ist alles Drehen nur eine Nervenprobe. Der günstigste Bereich kann sich gelegentlich auch im Laufe des Abends verschieben, er kann aber vor allem von Tag zu Tag wechseln.

Am allerbekanntesten — oder doch nicht? — ist es, daß im Sommer die kurzen Wellen sehr gut zu empfangen sind. Als ob uns der Gott des Radios eine Entschädigung für den Ausfall der gewohnten Sender bieten möchte, so glänzend präsentieren sich die Kurzen, die Wellen unter 100 m. Amerika ist im Sommer keine Seltenheit, beglückwünscht sei also der, dessen Empfänger auch Kurzwellen aufzunehmen vermag. — Und der andere? Der wird sich einen eigenen Kurzwellenempfänger kaufen oder bauen, oder noch einfacher, er wird sich ein Vorsatzgerät beschaffen. (Hier ist eine Anfrage an den Briefkasten der FUNKSCHAU fällig!)

Zum Schluß noch zwei Kleinigkeiten: Erstens keine zu große Lautstärke einstellen, lieber eine zu kleine. Dabei eine eventuelle Antennenankopplung auf geringste Lautstärke, dafür die Rückkopplung scharf anziehen (wichtig für Besitzer des Volksempfängers). Zweitens die Tonblende auf dumpf einstellen, jedenfalls soll die Tendenz lieber nach zu dumpfer als zu heller Wiedergabe gehen. Denn Störgeräusche liegen vor allem bei den hellen Tönen, hier wenigstens stören sie am unliebsamsten. —er.

Das ist Radio

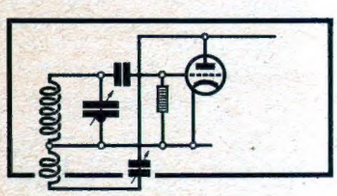
34. Die Rückkopplung im Audion

Das letztemal haben wir gelernt, wie mit Hilfe des Rückkopplungseffektes Schwingungen erzeugt werden. Wir haben auch erfahren, daß solche Schwingungserzeugung für Sender und Superhetempfänger von größter Bedeutung ist. Daher vermuten wir jetzt, daß die Schwingungserzeugung bei jeder Rückkopplungsschaltung in unseren Empfängern eine große Rolle spielt und davon soll heute im besonderen die Rede sein. Denn ohne Rückkopplung besäße ein Empfänger nur einen Bruchteil der gewohnten Leistung; nur bei sehr großen, hochverstärkenden Geräten kann man auf eine Rückkopplung verzichten. Alle kleineren Empfänger aber sind auf sie unbedingt angewiesen, denn die Rückkopplung erhöht Verstärkung und Trennschärfe beträchtlich, wie wir sehen werden.

Warum Rückkopplung nur im Audion?

Wenn die Rückkopplung tatsächlich so außerordentliches zu leisten vermag, warum wendet man sie nur in der Audionstufe an?

In der Niederfrequenzstufe würde zwar ebenfalls eine Erhöhung des Verstärkungsgrades eintreten, sie wäre jedoch erkauft mit Zerstörung der Gleichmäßigkeit in der Verstärkung des Tonfrequenzbereiches. Denn die gleichzeitig eintretende Erhöhung der Trennschärfe würde gleichbedeutend sein mit einem Herausheben eines schmäleren Frequenzbandes.



Eine Rückkopplungsschaltung: Von der Anode führt eine Leitung über einen Drehkondensator nach einer Spule, die auf die Schwingkreisspule einwirkt. An der Anode ist, da eine Röhre mit Gitter bekanntlich verstärkt, eine verstärkte Hochfrequenzspannung vorhanden. Ein Teil dieser Spannung wird offenbar an den Schwingkreis zurückgegeben. Die hier für eine Gittergleichrichtungsschaltung gezeigte Rückkopplung kann sinngemäß auch für Anodengleichrichtung Anwendung finden. (Vergl. das Schaltbild in Folge Nr. 33, FUNKSCHAU Nr. 24, S. 188, linke Spalte.)

In den Hoch- und Zwischenfrequenzstufen ist die Sache mit der Rückkopplung zu „kitzlich". Hier haben wir nicht nur vor der Röhre, sondern auch dahinter je einen Schwingkreis, im Gegensatz zur Audionstufe, bei der ja nur ein einziger Schwingkreis vorhanden ist. Bei Hochfrequenzstufen könnte also geringste Rückwirkung genügen, um ein wildes Schwingen zu bewirken. Deshalb darf hier nicht rückgekoppelt werden.

Rückkopplung ergibt erhöhte Verstärkung — Hand in Hand mit gesteigerter Trennschärfe!

Das Wesen der Rückkopplung besteht, wie wir das letztemal sahen, darin, daß der Schwingkreis von der Röhre her unterstützt wird. Die Röhre erhöht in jedem Augenblick die jeweils vorhandene Schwingkreisspannung und sorgt so gewissermaßen dafür, daß der Schwingkreis besser schwingt, als er es von sich aus vermöchte. Die Röhre „verbessert" den Schwingkreis. Ein besserer Schwingkreis aber weist nicht bloß kräftigere Schwingungen, d. h. höhere Spannungen auf, er vermag den eingestellten Sender auch besser herauszutrennen als ein schlechterer Schwingkreis. Das wissen wir aus Nr. 20 dieser Folge. Wir brauchen uns das hier nur nochmal recht lebendig vor Augen zu halten und uns dabei zu vergegenwärtigen, wie die Röhre die im Schwingkreis auftretenden Verluste durch die ständige Spannungs-Rücklieferung weitgehend deckt.

Die Rückkopplung muß gezähmt werden.

Wenn der Schwingkreis mit der Röhre zusammen selbständig schwingt, ist ein brauchbarer Empfang von Rundfunksendungen nicht möglich. Wir müssen vielmehr den Rückkopplungsgrad sorgfältig so einstellen, daß der Schwingkreis zwar weitgehend unterstützt wird, aber doch nicht so weit, daß unsere Audionstufe dadurch selbst zum Schwingen gebracht wird. Diese Einstellung geschieht durch den Drehkondensator im Anodenkreis (siehe unsere Skizze). Je näher wir der Grenze kommen, an der die eigenen Schwingungen einsetzen würden, desto größer fallen Verstärkung und Trennschärfe der Audionstufe aus.

„Ordentliche" und „unordentliche" Audionstufen.

Eine an sich ordentliche aber schlecht „gepflegte" Audionstufe schwingt. Wir wissen aus unserer Praxis, daß sie ein Pfeifen verursacht; so etwa: „iiiuuwuuiii". Dabei sollten wir uns vor Augen halten, daß die in der Audionstufe erzeugten Schwingungen von unserer Empfangsantenne ausgestrahlt und von Nachbarantennen aufgefangen werden können, um dann bei den Nachbarn auch wieder ein Rückkopplungspfeifen oder einen leisen bzw. verzerrten Empfang zu bewirken. Also: Vorsicht mit der Rückkopplung!

Doch wie kommt das Pfeifen zustande? — Nun, wer Nr. 26 dieser Folge gelesen hat, der weiß es.

Auch „unordentliche" Audionstufen gibt es und zwar gar nicht so selten. Die grauen Haare mancher Bastler sind bleibende Zeugen derartiger Audione. Und wie die Anzeigenteile der Tageszeitungen immer wieder Anpreisungen von Haarwuchsmitteln enthalten, so finden wir in den Funkzeitschriften immer wieder Aufsätze, in denen Mittel zur Zähmung von Audionstufen genannt werden [1]).

Wie tun unordentliche Audionstufen? — Beim Hereindrehen der Rückkopplung machen sie z. B. auf einmal „Böp — böp — böp — böp", bis wir wieder soweit zurückdrehen, daß von einer verstärkenden Wirkung der Rückkopplung nichts mehr übrig bleibt. Oder sie machen beim Hereindrehen plötzlich „Peng", um jenseits dieses Peng zu pfeifen oder stark zu verzerren. Um das wieder wegzubringen, muß man fast bis in die Anfangsstellung zurückdrehen. Dann macht es wieder „Peng" und zusammen mit dem Pfeifen oder der Verzerrung ist auch die Verstärkung weg. Es gibt da ziemlich viele Möglichkeiten: manche Audione bringen Laute zustande, die an Hundegeheul erinnern. Andere Audione tun (Gott sei Dank nur akustisch) so wie ein unartiges Baby.

Woher solche Unarten kommen — das zu erklären, wäre eine eigene Auffatzfolge nötig. Das wollen wir uns auf später sparen. Hier sei nur soviel gesagt, daß ganz geringe Biegungen der Röhrenkennlinie Schuld daran tragen, ob eine Audionstufe sich gut aufführt oder nicht.

Gegenmittel gegen unartige Audione? — siehe das am Ende aufgeführte Schrifttum!

Was ist besser für Rückkopplung: Gitter- oder Anodengleichrichtung?

Im allgemeinen bekommen wir bei der Gittergleichrichtung einen weicheren Rückkopplungs-Einfatz als bei der Anodengleichrichtung. Das bedeutet, daß wir die Rückkopplung bei Gittergleichrichtung in höherem Maße zur Anwendung bringen können. Die Folge davon ist wieder größere Verstärkung oder — was dasselbe bedeutet — höhere Empfindlichkeit.

Warum dann aber trotzdem so oft Anodengleichrichtung? Nun — die Gittergleichrichtung ist gegen sehr kräftigen Empfang, sowie gegen Netzbrummen besonders empfindlich — empfindlicher als Anodengleichrichtung. Deshalb verwenden wir die Anodengleichrichtung dort, wo wir die Rückkopplung nicht bis zum äußersten auszunutzen brauchen, bei Empfängern z. B., die hauptsächlich dem Ortsempfang dienen sollen, oder bei sehr großen Empfängern.

Die vier Punkte, die wir uns diesmal merken:

1. Durch Anwendung der Rückkopplung in einer Audionstufe können Verstärkungsgrad und Trennschärfe weitgehend gesteigert werden.
2. Die Rückkopplung ist vorsichtig zu bedienen. Zu schwach angezogene Rückkopplung wirkt nicht genügend. Zu stark angezogene Rückkopplung gibt zu Pfeifen Anlaß.
3. Zu stark angezogene Rückkopplung kann auch bei den Nachbarn Pfeifen und Empfangsstörungen zur Folge haben.

[1]) Nur mit dem Unterschied, daß die Zähmung einer Audionstufe sicheren Erfolg verspricht. (Die Schriftleitung).

4. Nicht alle Rückkopplungsſtufen arbeiten anſtändig. Die Zähmung ſchlecht arbeitender Stufen iſt nicht ganz einfach, da der Charakter einer Rückkopplungsſtufe durch faſt unmerkliche Krümmungen der Röhrenkennlinie beſtimmt ſein kann.
F. Bergtold.

Viel hübſche Sachen zu leſen.

Man ſoll ſich nicht immer wiederholen, aber man ſoll wiederholen. Um das eine zu umgehen und das andere zu empfehlen, bringen wir hier eine Zuſammenſtellung der wichtigſten Artikel, die ſich mit Rückkopplung befaſſen, veröffentlicht in den letzten Jahrgängen der FUNKSCHAU. Eine ſtattliche Sammlung!

Die erſte Zahl bedeutet den Jahrgang, die zweite die Seitenzahl. Jedes Heft kann, ſoweit Vorrat reicht, noch nachbezogen werden vom Verlag, München, Karlſtraße 21.

*) Hörer oder Störer? — Die Rückkopplung, wie ſie wirkt ... (Grundlegende Erklärungen) 30/287
Anodengleichrichter und Rückkopplung (Verbeſſerung der Rückkopplung) 32/412
Der Hochohmwiderſtand regelt den Rückkopplungseinſatz 32/151
Die richtige Polung der Rückkopplungsſpule 32/357
Ein Schmerzenskind: Die Rückkopplung (Tips für gute Rückkopplung) 32/53
Jetzt bekommen Sie aber eine ganz weiche Rückkopplung 32/200
Mitlaufende Rückkopplung (Wie es gemacht wird) 32/192
Moderne Audionröhre und Rückkopplung (Verbeſſerungsvorſchlag) 32/383
Verſuche mit einem neuartigen Rückkopplungsaudion für Kurzwellen ... 32/205
Wie erkenne ich, ob meine Rückkopplung zu ſtark angezogen iſt? 32/178
Das Rückkopplungspfeifen (woher es kommt) 32/391
Rückkopplung des SG-Detektors (Praktiſche Hinweiſe) 32/407
Starke Rückkopplung erhöht die Trennſchärfe (Erklärung, warum das ſo iſt) 33/31
Konſtante Rückkopplung auch bei alten Geräten (Wie man ſie verwirklicht) 33/301
Eine intereſſante Rückkopplung konſtanten Effekts (neuartige mitlaufende Rückkopplung) 33/294
Das Potentiometer regelt konſtante Rückkopplung 34/71
*) Die Audionſtufe zu verbeſſern (eine umfaſſende Behandlung der Verbeſſerungsmöglichkeiten) 34/6, 14
Wirkſame Rückkopplungsverbeſſerung 34/200
Rückkopplungswicklung mit Widerſtandsdraht (Erfahrungen) 34/232
Hochfrequenzerzeugung (Wie es vor ſich geht) 34/119
Beſeitigung von Pfeifgeräuſchen, ſchlechtem Rückkopplungseinſatz ... bei Kurzwellen 34/143

*) = beſonders empfehlenswert.

Die Abſtimmung - ein Problem mit vielen Löſungen

Auf die Frage, was das wichtigſte Ding im Radioempfänger iſt, vermag man eine Antwort ſchlecht zu geben. Röhren, Kondenſatoren, Lautſprecher, Transformatoren, Widerſtände uſw., ſie alle ſind wie die Organe eines Körpers für das Gedeihen des Ganzen unentbehrlich. Wohl aber gibt es eine Antwort auf die Frage nach dem urſächlichſten Ding im Empfangsapparat, und zwar iſt dies der aus Kondenſator und Spule beſtehende Schwingkreis. Hier eigentlich iſt der Ort, wo mit Hilfe der Reſonanz aus der Vielzahl der ſich durch ihre Länge voneinander unterſcheidenden Wellen eine ganz beſtimmte Welle eingefangen, alſo empfangen wird. Durch Veränderung der elektriſchen Werte eines Schwingungskreiſes, die durch Änderung ſowohl der Kapazität des Kondenſators wie der Selbſtinduktion der Spule bewirkt werden kann, iſt es möglich, den Apparat auf den Empfang verſchieden ſchneller elektriſcher Schwingungen abzuſtimmen. Dabei gilt die Regel, daß, je geringer die Kapazität und die Selbſtinduktion iſt, umſo ſchneller die vom Schwing- oder Reſonanzkreis bevorzugten Schwingungen ſind [1]).

Obgleich nun alſo eine Abſtimmung ſowohl bei der Spule, wie beim Kondenſator vorgenommen werden kann, iſt es im Empfängerbau üblich geworden, die Abſtimmung in erſter Linie durch den als Drehkondenſator ausgebildeten Kondenſator vorzunehmen, während die Spule bei der Abſtimmung nur inſofern Berückſichtigung findet, als ſie für den Empfang in verſchiedenen Wellenbereichen umgeſchaltet wird. Außer dieſem verbreiteten Abſtimmungsverfahren gibt es noch eine große Zahl weniger bekannter Methoden, was erklärlich iſt; denn von all den Bedingungen, welche die elektriſche Größe eines Kondenſators oder einer Spule feſtlegen, z. B. Plattengröße, Plattenabſtand, Art des Dielektrikums beim Kondenſator, Zahl und Größe der Windungen, Art des Kerns bei der Spule, braucht ja nur eine einzige geändert zu werden, um auch die Reſonanz des Schwingkreiſes zu ändern, d. h. um eine Abſtimmöglichkeit zu ergeben.

Nachfolgend ſollen einmal eine Menge der alten und neuen Abſtimmungsverfahren — dazu gehören auch die Mittel zum Abgleichen von Spulen und Kondenſatoren in Mehrkreisgeräten auf den gleichen Wert — aufgeführt und beſchrieben werden. Eine vollſtändige Aufzählung kann und ſoll es nicht werden, denn wir müßten ſonſt die merkwürdigſten Vorſchläge heranziehen, deren Erörterung viel zu viel Platz koſten würde.

Den Anfang mache der jedem von uns wohlbekannte Drehkondenſator (Abb. 1), bei dem das Geſetz ausgenutzt iſt, nach dem die Kapazität eines Kondenſators von der Größe der gegenüberſtehenden Fläche der Metallbelege abhängt. Die an der Achſe des Drehkondenſators befeſtigten Platten waren urſprünglich halbkreisförmig ausgebildet. Dies hatte aber den Nachteil, daß die Stationen höherer Schwingungszahl auf der Skala dichter beieinanderlagen, als die Stationen geringerer Frequenz. Zum Ausgleich wurden dann die Platten des Rotors ſo geformt, daß die Stationen gleich weit entſprechend ihrem Abſtand in kHz auf der Skala entfernt liegen. Man bezeichnete dies als frequenzlinearen Plattenſchnitt. Als dann beim Superhet die Einknopfabſtimmung herbeigeführt werden ſollte, ſtellten ſich der Erreichung eines guten Gleichlaufs zwiſchen Eingangs- und Oszillatorkreis Schwierigkeiten entgegen, die durch einen ſog. logarithmiſchen Plattenſchnitt beſeitigt wurden.

Abb. 6. Die Veränderung der Abſtimmung geſchieht bei dem ſogen. Theremin-Gerät durch Annäherung der Hand an einen Metallſtab.

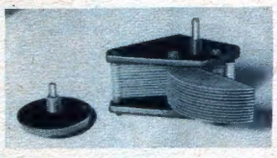


Abb. 1. Ein älterer Abſtimmdrehko und ein moderner Quetſchkondenſator.

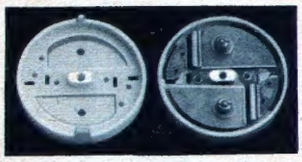


Abb. 2. Ein Kondenſator mit feſtem Dielektrikum.

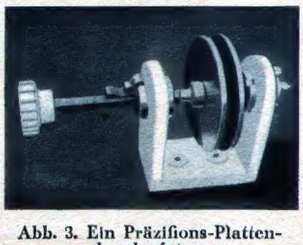


Abb. 3. Ein Präziſions-Plattenkondenſator.

Außer der bekannten Art des Drehkondenſators mit einem feſtſtehenden und einem beweglichen Plattenpaket, dem Stator und dem Rotor, hat es vor einigen Jahren im Handel auch eine Ausführung gegeben, bei der beide Plattenſätze durch gemeinſamen Antrieb mittels Zahnradüberſetzung und dergl. ineinander bewegt werden konnten.

Statt den Raum zwiſchen den Kondenſatorplatten mit Luft ausgefüllt zu laſſen, oder — um ſich etwas techniſcher auszudrücken — Luft als Dielektrikum zu nehmen, kann auch irgend ein feſtes Iſoliermaterial wie Glimmer, Hartpapier, Pertinax, Hartgummi und dergl. verwendet werden (Abb. 2). Man erreicht dadurch praktiſch zweierlei. Erſtens braucht die mechaniſche Ausführung nicht ſo präzis und daher teuer zu ſein, da wegen der zwiſchengefügten Iſolierſcheiben eine Berührung der Plattenſätze auf keinen Fall vorkommen kann. Zweitens kann der Plattenabſtand ſehr verkleinert werden, wodurch die gleiche Kapazität ſchon bei viel kleinerer Raumbeanſpruchung vorhanden iſt. Dieſer Weg zum Bau kleiner, billiger Drehkondenſatoren wird noch dadurch erleichtert, daß die feſten Stoffe eine höhere Dielektrizitätskonſtante aufweiſen als Luft. Es erhöht ſich bei Pertinax z. B. die Kapazität auf das 5,4fache. Leider bringt dieſe Kapazitätserhöhung zuſätzliche Verluſte mit, welche die Güte eines Hartpapierkondenſators weſentlich unter die eines Luftkondenſators herabſetzen. Neuerdings iſt es gelungen, in dem keramiſchen Material „Condenſa“ einen Stoff zu finden, deſſen Dielektrizitätskonſtante bis auf 100 gelangt, während die Verluſtziffer nur 3% des für Pertinax geltenden Wertes beträgt. Dieſes neue Material wird zweifellos im Bau kleiner aber vorzüglicher Abſtimmkondenſatoren große Fortſchritte ermöglichen, wenngleich bis jetzt das Material zunächſt vorwiegend für feſte Kondenſatoren Verwendung findet. Der Stoff Condenſa ermöglicht ſogar eine grundſätzlich neue Art von Drehkondenſatoren, bei denen beide Plattenſätze feſt, das Dielektrikum aber beweglich angeordnet iſt.

Ein anderes gebräuchliches Verfahren zur Änderung der Kapazität beſteht darin, den Abſtand der Kondenſatorbelege zu variieren. Derartige

[1]) Über dieſe Zuſammenhänge wurde erſt kürzlich wieder geſprochen in FUNKSCHAU 1935, Nr. 3, Seite 20 („Das iſt Radio“, Folge 19).

Luftkondenſatoren baut man vorwiegend für kleine Kapazitätswerte, wie man ſie in der Kurzwellentechnik braucht. Hier iſt die Ausführung üblich geworden, bei der die eine Metallſcheibe feſtſitzt, während die andere Platte mit Hilfe einer langen Schraubenachſe ſich drehend der feſtſtehenden Platte nähert (Abb. 3). Die Kapazität nimmt hierbei proportional des Plattenabſtandes ab, iſt alſo beiſpielsweiſe bei Verringerung des Abſtandes auf ein Drittel dreimal ſo groß geworden.

Es gibt bei dieſer Art von Kondenſatoren ebenfalls die Möglichkeit, durch Anwendung von feſtem Dielektrikum zu hohen Kapazitätswerten auch bei kleinen Abmeſſungen zu gelangen. Dieſe Iſolationsſchicht verſchlechtert aber abgeſehen von der Güte des Kondenſators auch ſeinen Kapazitätsverlauf; denn beſteht bei großem Plattenabſtand in der einen Ausgangsſtellung das Dielektrikum größtenteils aus Luft, ſo füllt bei feſt aneinandergepreßten Platten in der Endſtellung das feſte Dielektrikum mit ſeiner beträchtlich größeren Dielektrizitätskonſtante allein den Zwiſchenraum aus, woraus ſich ein faſt ſprunghaftes Anwachſen der Kapazität während des Eindrehens auf die Endſtellung ergibt. Es iſt jedoch gelungen, durch eine beſondere Ausführung der bewegten Platte in Verbindung mit einer die Drehbewegung der Skalenachſe in Druck umſetzenden Bewegungsvorrichtung dieſen Nachteil zu beſeitigen, derart, daß bei gleichmäßiger Drehung am Bedienungsknopf des Quetſchkondenſators — wie man dieſe Ausführung nennt — am Anfang die Platten raſcher einander genähert werden als ſpäter.

Die nach dieſem Prinzip gebauten Abſtimmkondenſatoren werden bei Anwendung verluſtarmer Iſoliermaterialien wie Glimmer und Trolitul in erſter Linie als Kondenſatoren für Sperrkreiſe benutzt, die zuweilen ſtatt mittels eines Skalenknopfes durch einen Schraubenzieher einſtellbar ſind. In geringkapazitiver Ausführung finden dieſe Kondenſatoren auch als Trimmer zum Abgleichen von Mehrfachkondenſatoren Verwendung.

Zu Abſtimmitteln ſind in zweiter Linie auch die kleinen Schiebekondenſatoren zu rechnen, die in den älteren Mehrkreisempfängern zur Neutraliſation der Hochfrequenzſtufen herangezogen wurden. Hier ſind die Kondenſatorbelege in Form zweier in ein Glasröhrchen eingeſchobener Metallſtäbchen ausgeführt, über die, durch das Glas getrennt, eine Metallhülſe verſchiebbar angeordnet iſt (Abb. 5). Die Kapazität zählt hier nur nach wenigen Zentimetern.

Dann ſind hier noch die zur Grobabſtimmung benutzten, durch Stufenſchalter umſchaltbaren Kondenſatoren zu erwähnen, die man zuweilen beim Kurzwellenempfang verwendet, um die verſchiedenen Wellenbereiche einzuſtellen.

Eine ganz beſondere Art eines Abſtimmkondenſators finden wir bei dem bekannten elektriſchen Muſikinſtrument nach Theremin. Hier ſpielt die Hand die Rolle des einen der beiden Kondenſatorbelege, während die andere Elektrode als Metallſtab ausgebildet iſt, dem die Hand zur Erzeugung verſchiedener Frequenzen mehr oder weniger genähert wird (Abb. 6. Siehe vorhergehende Seite!)

Nun zur Spule: Wenn die Spule Abſtimmzwecken nutzbar gemacht werden ſoll, iſt die Ausgeſtaltung als ſog. Schiebeſpule die einfachſte Methode. In der erſten Zeit des Rundfunks war dieſe Methode der Abſtimmung wegen des hohen Preiſes der Drehkondenſatoren bei den Detektorapparaten ungemein verbreitet. Heute jedoch dürfte dieſes Abſtimmittel ſchon ſo ſehr in Vergeſſenheit geraten ſein, daß eine Beſchreibung notwendig iſt: Als Spule wurde hierbei eine langgeſtreckte einlagige Zylinderſpule verwendet, von der eine Anzahl Windungen abgegriffen werden (Abb. 7).

Für Fernempfänger war dieſe Abſtimmung zu grob, ferner übte das nicht benutzte Spulenende einen nachteiligen Einfluß auf den benutzten Spulenteil aus; ſchließlich wirkte der Kontakt oft mehr als Wackelkontakt und verurſachte ſo Störgeräuſche. Bequemer und beſſer war daher die Abſtimmung mit Hilfe eines ſog. Variometers durchzuführen. Hier iſt die Selbſtinduktion in zwei Spulen verſchiedenen Durchmeſſers aufgeteilt (Abb. 8), die ſo mechaniſch miteinander verbunden ſind, daß ſich die kleinere Spule in der größeren drehen läßt. Stehen nun beide Spulen ſo ineinander, daß ihr

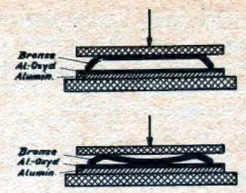


Abb. 4. Der Quetſchkondenſator im Schnitt.

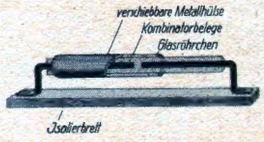


Abb. 5. Der Schiebekondenſator.

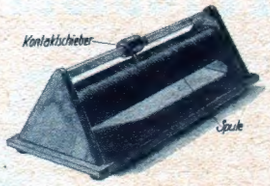


Abb. 7. Eine einlagige abgreifbare Zylinderſpule.

Abb. 8. Ein Variometer.

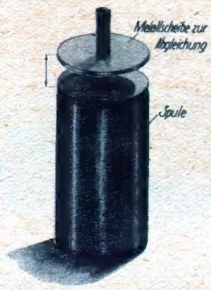


Abb. 9. Abſtimmung durch Annähern einer Metallſcheibe.

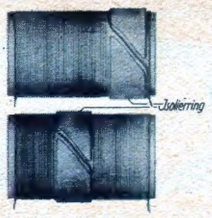


Abb. 10 a und b. Eine merkwürdige Art von Abſtimmung.

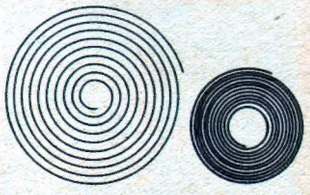


Abb. 11. Eine Spule aus federndem Metallband aus- und eingerollt.

Windungsſinn der gleiche iſt, dann iſt der Selbſtinduktionswert am größten, umgekehrt bei Drehung der inneren Spule um 180 Grad am kleinſten. Dazwiſchen ergeben ſich, je nach Stellung der Spulen zueinander, alle Zwiſchenwerte.

Es iſt nun keineswegs erforderlich, daß die Spulen ineinander verdreht werden. Man kann beide Spulen, die im übrigen hintereinander oder parallel geſchaltet ſein können, auch zur Erreichung verſchiedener Selbſtinduktionswerte mehr oder weniger einander nähern, z. B. mit Hilfe der früher ſo verbreiteten Spulenkoppler.

Mit dieſer Art der Selbſtinduktionsänderung oder Abſtimmung ſteht auch die Methode in Zuſammenhang, durch Annähern einer Metallſcheibe an die Spule, insbeſondere an deren Stirnflächen den Selbſtinduktionswert herabzuſetzen[2]) (Abb. 9). Dabei verliert die Spule erhebliche Energien an die Metallſcheibe, d. h. es entſtehen Verluſte. Daher benutzt oder vielmehr benutzte man dieſes Verfahren nur in beſchränktem Umfange zur Abgleichung von Spulenſätzen in Mehrkreisgeräten.

Wird bei dieſen vorgenannten Methoden die wirkſame Windungszahl direkt oder mittelbar verändert — zwei gegenläufige Windungen ſubtrahieren ſich, zwei gleichläufige Windungen addieren ſich —, ſo iſt bei den folgenden Abſtimmungsarten verſucht worden, eine Abſtimmbarkeit durch Änderung der Spulenausdehnungen in Länge und Durchmeſſer zu erreichen. Abb. 10 a und b zeigen eine recht intereſſante praktiſche Löſung, die Länge einer Spule bei gleichbleibender Windungszahl zu verändern. Ein den Spulenkörper umſchließender Iſolierring, der mit einer Längsſpalte verſehen iſt, verlagert, wenn man ihn verdreht, der Reihe nach eine Windung nach der anderen. In der einen Endſtellung liegen die Windungen alle dicht beieinander, in der anderen Stellung ſind die Windungen in zwei gleiche Gruppen unterteilt, die durch einen Zwiſchenraum von der Breite des Iſolierringes getrennt ſind. In dieſem Fall iſt die Selbſtinduktion am geringſten.

Um den Durchmeſſer einer Spule und damit die Selbſtinduktion zu verändern, iſt in einer deutſchen Patentanmeldung, die ſchon längere Zeit zurückliegt, vorgeſchlagen worden, die Spule aus federndem Metallband ſpiralig herzuſtellen und ihren Durchmeſſer durch Zuſammendrillen der Spirale zu verringern, ſo wie man es beim Aufziehen eines Uhrwerkes mit der Uhrfeder macht (Abb. 11). Hierbei ſcheint man zum Glück über die Patentanmeldung nicht hinausgekommen zu ſein, denn eine derartige Spule wäre wegen ihrer hohen Eigenkapazität für normale Zwecke kaum zu verwenden.

In der Ultrakurzwellentechnik macht man von variablen Selbſtinduktionen Gebrauch, die aus ineinander verſchiebbaren Kupferrohren beſtehen (Abb. 12).

In letzter Zeit haben die Hochfrequenzeiſenkerne drei neue Wege zur Spulenabſtimmung eröffnet. Die vorwiegend für Abgleichzwecke gedachte Änderung der Selbſtinduktion durch in den Spulenkern eingelaſſenen Luftſpalt regelbarer Breite iſt heute ſchon bei faſt allen Fabrikaten zur Selbſtverſtändlichkeit geworden (Abb. 13). Die Abgleichung geſchieht hier im Gegenſatz zur Abgleichung mittels Metallſcheiben nicht auf Koſten zuſätzlicher Verluſte.

Eine ſo große Selbſtinduktionsänderung wie zur Abſtimmung innerhalb eines größeren Bereichs, z. B. im Bereich der Rundfunkſender, notwendig iſt, kann durch Variierung des Luftſpalts allerdings nicht erzielt werden. Hierzu iſt es vielmehr notwendig, den Kern ſo anzuordnen, daß man ihn nach Belieben in ſeiner Geſamtheit aus der Spule entfernen kann (Abb. 14). Eine derartige variable Selbſtinduktion ſah man erſtmalig auf der Berliner Funkausſtellung vergangenen Jahres. Ob ſich dieſe Methode — die ſogar ſchon für mehrere gleichlaufende Kreiſe entwickelt wurde — in der Praxis durchzuſetzen vermag, muß die Zukunft entſcheiden. Dieſes Verfahren hat den Namen Permeabilitätsabſtimmung bekommen, weil die ſcheinbare Permeabilität, d. h. das Verhältnis, in

[2]) Wie dieſe Herabſetzung des Selbſtinduktionswertes zuſtande kommt, hat die FUNKSCHAU geſchrieben im Jahre 1932 in Heft Nr. 26, Seite 207 „Das Weſen der Abſchirmung von Hochfrequenzſpulen“.

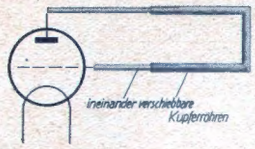


Abb. 12. Abstimmung durch ausziehbare Kupferröhren.

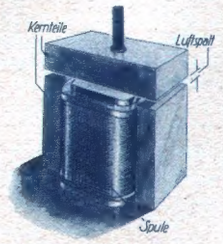


Abb. 13. Abstimmung durch Verändern des Luftspaltes.

dem der Eisenkern eine Vergrößerung der Selbstinduktion bewirkt, eine Änderung erfährt.

Wird so mechanisch die scheinbare Permeabilität des Eisenkerns verändert, so läßt sich unter Zuhilfenahme der Vormagnetisierung die Permeabilität unmittelbar beeinflussen, ohne daß die Lage des Kerns zur Spule irgendwie mechanisch geändert wird. Wie alle Eisensorten mehr oder weniger, so haben nämlich auch die Hochfrequenzeisenmaterialien die Eigenschaft, ihre Permeabilität unter dem Einfluß einer Vormagnetisierung herabzusetzen, wodurch auch eine Änderung der Resonanzfrequenz erfolgt. Diese Methode (Abb. 15) ist dem Prinzip nach in der Niederfrequenz- und Mittelfrequenztechnik schon seit längerer Zeit bekannt, war bis vor kurzem jedoch für Hochfrequenzspulen aus verschiedenen praktischen Gründen nicht anwendbar gewesen. Nachdem es aber gelungen ist, ein besonders günstiges Kernmaterial dafür ausfindig zu machen, dürfte dieses Abstimmverfahren bald größere Verbreitung finden; denn von all den hier aufgeführten Abstimmungsmethoden ist es das einzige, das eine bequeme trägheitslose Fernabstimmung von Empfängern und Sendern jeder Art zuläßt. Wir haben davon bereits früher gesprochen, woran sich der aufmerksame Leser erinnern wird. Zur Sicherheit geben wir die Quelle noch einmal an: FUNKSCHAU 1934, Nr. 19, S. 146.

H. Boucke.

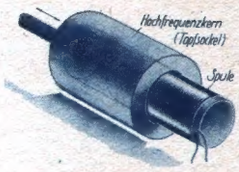


Abb. 14. Die Spule wird in einen Eisenkern mehr oder weniger eingeschoben.

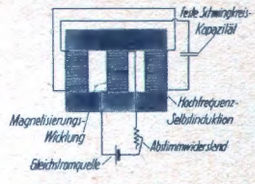


Abb. 15. Veränderung der Abstimmung durch Vormagnetisierung des Eisenkerns.

Bessere Empfangsleistung durch abgestimmte Antenne

Die aperiodische Antennenkopplung (Abb. 1) stellt zum mindesten für Ein- und Zwei-Kreiser nicht immer die günstigste Lösung der Antennen-Ankopplung dar. Sie macht nicht nur die Empfangslautstärke von Antennenzufälligkeiten abhängig, sondern bietet auch nicht genügend Trennschärfe und Störungsfreiheit. Diese Mängel rühren davon her, daß eine Antenne nicht alle Frequenzen mit gleicher Empfindlichkeit überträgt, sondern die Frequenzen nächst ihrer Eigenwelle und deren Oberschwingungen bevorzugt, wobei der bevorzugte Empfangsbereich je nach der Dämpfung größer oder kleiner sein kann. In diesem „Resonanzgebiet" werden zwar alle Sender mit größerer Lautstärke übertragen, jedoch bestehen zugleich auch wesentliche Trennschärfe-Schwierigkeiten.

Das ist so: Im Resonanzgebiet ist die Antenne für mehrere Sender (ungefähr) zugleich abgestimmt und schwingt somit auf der gleichen Welle wie der nachfolgende Abstimmkreis; zwei gekoppelte und abgestimmte Kreise ergeben aber bekanntlich ein Bandfilter, dessen Bandbreite (f_1—f_2) nur von der Größe der Kopplung abhängig ist (Abb. 2). Für ungefähr 9 kHz Bandbreite dürften nun höchstens 2 bis 3% der Windungen des Abstimmkreises als Antennenkopplung benutzt werden: d. h. bei 80 Windungen im Abstimmkreis ungefähr 2 bis 3 Windungen für die Ankopplung der Antenne. Bei der aperiodischen Antennenschaltung sind jedoch meist 15 bis 25% Windungen angekoppelt. Dadurch läßt sich im Resonanzgebiet die gewünschte Welle überhaupt nicht mehr richtig abstimmen, sondern die beiden benachbarten Sender fallen in großer Lautstärke ein.

Zur Vermeidung dieser unangenehmen Antennenresonanz haben fast alle Schaltungen eine sogenannte „Antennenverkürzung" vorgesehen, damit man das Resonanzgebiet der Antenne nach kleineren Wellenlängen zu verlegen kann und auch im sonst kritischen Bereich aperiodisch empfangen kann.

Dem Verfasser scheint jedoch folgende Methode wesentlich zweckmäßiger zu sein: Zweifellos bringt jede Antenne in ihrem Resonanzbereich mehr Lautstärke; warum sollte man also diese immerhin erwünschte Beigabe nicht für alle Wellenlängen ausnützen, indem man immer die Antenne abstimmt? Messungen

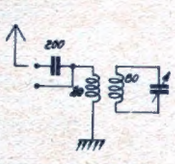


Abb. 1. Die übliche aperiodische Antennenankopplung.

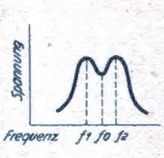


Abb. 2. Die bekannte Bandfilterkurve, die sich ergibt, wenn zwei Abstimmkreise miteinander gekoppelt werden.

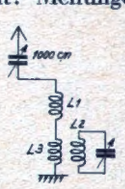


Abb. 3. Die zu treffende Schaltung zur Antennenabstimmung.

haben ergeben, daß bei der vorgenannten richtigen Ankopplung von 2 bis 3% auch die Trennschärfe im Vergleich zur aperiodischen Schaltung noch zunimmt, während zugleich die übertragene Senderspannung trotz der extrem geringen Kopplung fast nicht abnimmt. Ferner war beim Versuch einwandfrei festzustellen, daß auch die Störfreiheit der Schaltung günstiger war als die der aperiodischen Schaltung, besonders bei Wellenlängen zwischen München und Budapest. Diese Erscheinung ist dadurch begründet, daß bei der abgestimmten Antenne das Verhältnis zwischen Sender- und Störspannung günstiger wird.

Es ist immerhin interessant, daß auch Industrieempfänger von dieser Schaltung mit bestem Erfolg Gebrauch machen. Die Wirkung der abgestimmten, extrem lose gekoppelten Antenne erreicht annähernd die Wirkung eines Bandfilters — besonders wenn die Antenne keine große Eigendämpfung hat — und hat dem gegenüber noch den Vorteil der größeren Energie-Übertragung.

Als einziger Nachteil könnte angeführt werden, daß ein neuer Bedienungsgriff durch diese Schaltung notwendig wird; wenn jedoch die Vorteile — gerade für kleinere Fernempfänger — bedacht werden, läßt sich dieser kleine Nachteil leicht dafür eintauschen. Schließlich erfordert ja ein Sperrkreis auch einen neuen Bedienungsgriff, ohne aber dafür Lautstärke und Störungsfreiheit zu heben. Übrigens kann diese Antennenabstimmung zugleich als Lautstärkeregulierung verwendet werden — wodurch ein niederfrequenter Lautstärkeregler überflüssig wird. Wie? — das zeigt sofort der Versuch: Hochfrequenzröhre und Gleichrichter sind dann übrigens auch vor Übersteuerungen geschützt.

Abb. 3 zeigt die Schaltung und ihre Daten. L_1 ist stark von der verwendeten Antenne abhängig — je kürzer die Antenne, desto größer L_1. Äußerst wichtig ist es, daß L_1 keinesfalls mit L_2 gekoppelt sein darf (Streufeld!), also am besten eine Eisenspule. Und nun guten Erfolg beim Bau dieser wirklich leistungsfähigen Anordnung!

Heiß

Eine zweite Bastlerin meldet sich!

Bezugnehmend auf Ihren Artikel in der FUNKSCHAU Nr. 20 d. Js. „Eine Frau bastelt. Ist es die einzige? Meldet Euch, Kolleginnen!" gestatte ich mir, mich als langjährige Bastlerin ebenfalls zu melden. Ich habe mich schon von 1924 ab mit Radiobastelei beschäftigt. — Zuerst waren es verschiedene Detektorapparate, später ein Dreiröhrenbatteriegerät, sowie zwei Vierröhrenapparate mit Netzanschluß, die ich baute und immer wieder mit den gegebenen Neuerungen verbesserte. Die Chassis und Frontplatten usw. habe ich mir stets selbst vollständig zugerichtet. Auch eine Schaltuhr habe ich mir längst nach selbsterdachtem Plan gefertigt.

Ich bin 67 Jahre alt, war 40 Jahre Postbeamtin und habe mich seit meiner Pensionierung, die vor acht Jahren erfolgte, eifrig mit dem Studium der FUNKSCHAU befaßt.

Mit deutschem Gruß!

Anna Hinterberger, Postverwalter a. D.

Bravo, Frl. Hinterberger, wir möchten Sie auch auf diesem Weg im Kreise unserer Leser herzlichst begrüßen und hoffen auf eine freundschaftliche Zusammenarbeit auch mit Ihnen.

Die Schriftleitung der FUNKSCHAU.

Der Empfänger des Kurzwellenamateurs

Der konstruktive Aufbau.

Bei Kurzwellen-Empfängern ist ein großer Prozentsatz der Versager darauf zurückzuführen, daß bestimmte Baumethoden, die vielleicht auf dem Rundfunkband noch zulässig sind, hier nicht mehr angewendet werden dürfen. Und zwar betrifft dies hauptsächlich den Hochfrequenz-Teil.

Die konstruktiv zweckmäßigste Lösung ist die Bauart mit senkrechter Frontplatte und dahinter angebrachtem waagrechten Zwischenboden. So läßt sich ohne weiteres die grundsätzliche Trennung in hochfrequente und niederfrequente Schaltelemente durchführen, wobei unter „niederfrequente Schaltelemente" auch die gesamte Stromversorgung verstanden ist. Schwingungskreise, Röhren und die dazugehörigen Schaltelemente wie Gitterkondensator, Gitterwiderstand und HF-Drossel kommen auf die Oberseite, alle übrigen Bauteile auf die Unterseite des Zwischenbodens. Große Teile, wie NF-Transformatoren, Drosseln und Elektrolytkondensatoren werden jedoch zweckmäßig ebenfalls auf der Oberseite befestigt, allerdings unter Beachtung einiger Vorschriften (siehe unten).

Die günstigste Verteilung der einzelnen Bauelemente läßt sich am besten an Hand des folgenden, praktischen Aufbauplanes (Fig. 13) erklären.

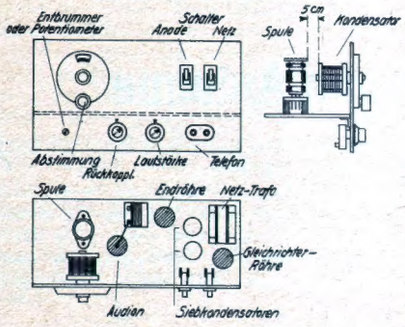


Abb. 13. Der Aufbau eines guten Amateurempfängers mit Vollnetzbetrieb (bei Batteriebetrieb fällt der Netzteil weg).

Gezeichnet ist der Aufbau eines einfachen Empfängers mit Vierpolröhren-Audion, einer NF-Stufe und Wechselstrom-Netzanschluß. Die Reihenfolge des Aufbaues erfolgt genau so wie im Schaltschema angegeben: Von links nach rechts die Audionstufe, die NF-Stufe und schließlich der Stromversorgungsteil. Wäre noch eine HF-Verstärkerstufe vorgesehen, so würde diese links neben das Audion zu stehen kommen.

Das Wichtigste ist der Aufbau des hochfrequenten Audion-Teiles: des Abstimm- und Bandkondensators mit der Spule. Beide stehen eng zusammen, jedoch in genügendem Abstand von der Frontplatte (siehe unsere früheren Ausführungen über Verluste in Schwingungskreisen!). Bei Steckspulen wird der Spulensockel (gute keramische Ausführung) etwa 2½ cm über dem Zwischenboden mittels Abstandrollen befestigt, um die wichtigen Zuleitungen zum Kondensator kurzmachen zu können.

Einen hierbei häufig gemachten Fehler zeigt Fig. 14: Bestehen Frontplatte und Zwischenboden aus Metall, so wird einfach der Kondensator mit seiner spannungsführenden Achse aufgeschraubt, die Spule wird dann ebenfalls „auf dem kürzesten Wege" mit einem ihr zunächstliegenden Punkt der Platte verbunden. Wie die Figur zeigt, wird jedoch hierdurch der tatsächliche Weg der Leitung gegenüber der richtigen direkten Verbindung auf das 3- bis 4-fache vergrößert. Weiterhin wird hierdurch die Abschirmplatte selbst zu einem Teil der Leitung und damit oft die ganze abschirmende Wirkung verdorben. So kann es dann kommen, daß ein ganz auf Metall gebautes Gerät äußerst handempfindlich wird. Richtig ist es dagegen, den Kondensator isoliert aufzusetzen und auch die auf Erdpotential liegende Leitung besonders zu ziehen, wie das zweite Beispiel von Fig. 14 zeigt.

Abb. 14. Ein Punkt, der viel zu wenig noch beachtet wird: die kürzeste Verbindung zum Blech ist nicht immer die kürzeste Leitungsführung. Die Skizze rechts zeigt, wie der Drehko richtig montiert und mit der Spule verbunden wird.

Als Erdungspunkt für den Audionteil ist die Kathode bzw. der Stecker der Röhre anzusehen; alle Erdleitungen sind zentral an diesen Punkt hinzuführen und von dort aus mit einer direkten Leitung mit der Erdklemme zu verbinden, wie Fig. 15 zeigt.

Die Audionröhre ist ebenfalls ziemlich nahe (etwa 5 cm) an den Schwingungskreis anzubauen; Gitterkondensator und -Widerstand können auf die Unterseite verlegt werden, besonders bei Einbausockeln. Der eine Anschluß des Gitterkondensators erfolgt dabei nicht an die Spule, sondern direkt an den Stator des Drehkondensators. Bei Drehkondensatorrückkopplung wird dieser nahe an das Audion herangebaut und nicht aus Gründen der Symmetrie der Frontplatte in 15 ÷ 20 cm Entfernung. Da meistens mit der rechten Hand geschrieben wird, ordnet man zweckmäßig den Abstimmkondensator mehr in der linken Hälfte der Frontplatte an, um bequem mit der linken Hand während des Aufnehmens nachstimmen zu können.

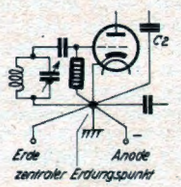


Abb. 15. Der einzige Erdungspunkt ist immer nur der Kathodenpunkt der Röhre.

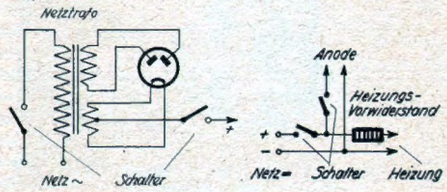


Abb. 16. Die beiden Schalter der Netzempfänger: Der Hauptschalter für die Inbetriebnahme und der Anodenschalter für die schnelle Ein- und Ausschaltung während des Betriebes. (Links: für Wechselstrom, rechts: für Gleichstrom.)

Der Niederfrequenzteil ist in seinem Aufbau nicht so kritisch, wichtig ist nur, daß die Röhre mit dem NF-Trafo bzw. der Koppeldrossel einen Abstand von mindestens 8 cm von den hochfrequenten Teilen haben. Ebenso muß der Netzanschlußteil für sich eng zusammengebaut werden, in genügendem Abstand von allen anderen Teilen. Besonders dürfen dabei Niederfrequenz- und Netztransformator nicht zu nahe (unter 10 cm) aneinanderstehen, um eine direkte Beeinflussung („Brumm", der sich durch keine noch so gute Siebung beseitigen läßt) zu vermeiden.

Bei Netzempfängern erfolgt die Ein- und Ausschaltung durch zwei Schalter, von denen der eine primärseitig das Netz, der andere sekundärseitig die Anodenspannung betätigt, um das Gerät stets ohne Anheizzeit empfangsklar zu halten (Fig. 16).

Die Leitungsführung erfolgt so kurz wie möglich — übrigens eine Weisheit, die nicht nur für den Kurzwellenempfänger gilt! —, eine saubere rechtwinklige Drahtführung erschwert den Aufbau und bietet keine wesentlichen Vorteile. Die Heizleitungen werden verdrillt und direkt von Röhre zu Röhre geführt. Bei Gleichstromgeräten muß das Audion zunächst des minus-Poles liegen, die anderen Röhren folgen in der Reihenfolge: Hochfrequenzröhre, 1. Niederfrequenzröhre, Endröhre. Außer in den HF-Stufen, wo die Verbindungen am besten mit 1 ÷ 1,5 mm starkem versilbertem Draht gezogen werden, benützt man zweckmäßig dünneren Draht unter Überzug von Isolierschlauch.

F. W. Behn.

(Fortsetzung folgt.)

Freunde der Funkschau!

Ihr seid selbst die kräftigste Stütze Eures Blattes. Denn Ihr arbeitet mit; das darf auch Euer Stolz sein. Helft uns aber auch, neue Freunde zu gewinnen. Eure Mühe soll nicht umsonst sein.

Wir vergüten für jeden neu geworbenen Abonnenten, der sich auf mindestens ein halbes Jahr verpflichtet, dem Werber nach Ablauf von sechs Wochen eine Prämie von RM. -.70, mit anderen Worten: Unser Helfer bekommt die Funkschau einen Monat lang umsomst. Meldungen an den Verlag, München 2, BS 309.

So schreibt man über den „FUNKSCHAU-Volkssuper"

Liebe FUNKSCHAU! Seit 1931 bin ich Dein treuer Leser und habe schon viel Nützliches gefunden. Mancher Apparat wurde nach Deiner Anleitung gebaut und manches Industriegerät konnte repariert werden, da Du ja ausführliche Schaltungen zu jedem Apparat bringst. Als dann Ende v. Jahres die Beschreibung zum Volkssuper kam, da wußte ich: Der und kein anderer. Er wurde gebaut und mit sehr gutem Erfolg. Er bringt mehr als Du versprichst, auch zum Schallplattenschneiden eignet er sich vorzüglich. 12.3.35

Werner Erdmann,
Berlin NW 7, Luisenstraße 36.

Allei-Bauteile für den Volks-Super

Eingangsfilter Allei Nr. VS 1 M. 1.75
Oscillatorspule Allei Nr. VS 40 M. 1.70
Chassis Allei Nr. VS 75 ungel. M. 2.90
Chassis Allei Nr. VS 75 gelocht M. 5.90
Allei-Kleinmaterialpackung
Nr. VS 33 . . . . . M. 3.40
Allei-ZF-Filter VS 81 . . . . M. 7.—
Allei-ZF-Filter z. Selbstbau M. 5.60
Katalog kostenlos.

A. Lindner, Werkstätten für Feinmechanik
MACHERN-Bez. Leipzig

Verantwortlich für die Schriftleitung: Dipl.-Ing. K. E. Wacker; für den Anzeigenteil: Paul Walde. Druck: G. Franz'sche Buchdruckerei G. Emil Mayer G.m.b.H., sämtliche München. Verlag: Bayerische Radio-Zeitung G.m.b.H. München, Karlstraße 21. Fernruf München Nr. 53621. Postscheck-Konto 5758. - Zu beziehen im Postabonnement oder direkt vom Verlag. - Preis 15 Pf., monatlich 60 Pf. (einschließlich 3 Pf. Postzeitungs-Gebühr) zuzüglich 6 Pf. Zustellgebühr. DA 1. Vj. 17 550 o. W. - Zur Zeit ist Preisliste Nr. 1 gültig. - Für unverlangt eingesandte Manuskripte und Bilder keine Haftung.